

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita  
Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany**

**Rozbor evakuace osob z administrativního  
komplexu**

**Analysis of Evacuation of People from  
Administrative Complex**

**Student: Vladislav Kadlec**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.**

**Studijní obor: 3908R006 Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu**

**Termín odevzdání bakalářské práce: 16. 4. 2021**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Katedra požární ochrany

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Vladislav Kadlec**

Studijní program:

B3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor:

3908R006 Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu

Téma:

**Rozbor evakuace osob z administrativního komplexu**  
**Analysis of Evacuation of People from Administrative Complex**

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Vyhodnocení evakuace osob z administrativního komplexu s ohledem na jejich bezpečnost za požáru a s využitím matematického modelování.

Charakteristika práce:

Popis vybavení moderních administrativních komplexů z hlediska zajištění požární bezpečnosti. Rozbor evakuace konkrétního administrativního komplexu v závislosti na počtu únikových cest, evakuačních výtahů, vliv požárně bezpečnostních zařízení, zkušenosti s prováděním cvičných požárů, poplachů/námětových cvičení. Aplikace matematického modelování při řešení evakuace osob z administrativního komplexu pro zefektivnění provedení a využití únikových cest.

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- Folwarczny, L., Pokorný, J. Evakuace osob. 1.vyd. Ostrava: SPBI, 2006. 125 s. ISBN 80-86634-92-2.
- Bradáčová, I. Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty. 2. vydání. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. ISBN 978-80-86111-77-3.
- Pathfinder - User's Manual. Thynderhead Engineering, 2020.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.**

Datum zadání:

Datum odevzdání:

---

doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.  
vedoucí katedry

---

doc. Ing. Jiří Pokorný, Ph.D., MPA  
děkan fakulty

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá rozбором evakuace osob z administrativního komplexu. V úvodní části jsou uvedeny základní charakteristiky ovlivňující evakuaci osob z administrativních komplexů. Další kapitola se zabývá stavebním řešením a technologiemi umístěnými v konkrétním objektu. Těžištěm celé práce je rozbor evakuace z popisovaného konkrétního administrativního komplexu v závislosti na únikových cestách, vlivu funkčnosti požárně bezpečnostních zařízení, organizaci a řízení cvičných požárních poplachů. Podstatným bodem je aplikace matematického modelování při řešení evakuace osob z administrativního komplexu pro zefektivnění provedení a využití únikových cest.

## **Klíčová slova**

Evakuace osob, únikové cesty, požárně bezpečnostní zařízení, aplikace matematického modelování při řešení evakuace osob.

## **Annotation**

The bachelor's thesis deals with the analysis of the evacuation of persons from the administration complex. The introductory chapter provides basic characteristics affecting the evacuation of the administration complex. The following chapter deals with construction solutions and technologies located in a specific building. The focus of this thesis is the analysis of evacuation from the described specific administration complex depending on the escape routes, the influence of the functionality of fire safety equipment, the organization and management of training fire alarms. The essential point is the application of mathematical modeling while solving the evacuation of people from the administration complex to make the design and utilization of escape routes more effective.

## **Keywords**

Evacuation of persons, escape routes, fire safety equipment, application of mathematical modeling while solving evacuation of persons.

# Obsah

Anotace

Annotation

Úvod

Rešerše

1	Popis vybavení moderních administrativních komplexů .....	1
1.1	Návrh evakuace .....	1
1.1.1	Preskriptivní přístup .....	2
1.1.2	Požárně inženýrský přístup .....	3
1.2	Požadavky řešené v požárně bezpečnostním řešení stavby .....	4
2	Ochrana velkých administrativních objektů .....	5
2.1	Pasivní ochrana .....	5
2.2	Aktivní ochrana .....	5
2.3	Druhy požárně bezpečnostních zařízení .....	5
2.4	Specifická ochrana .....	6
2.5	Shrnutí požadavků na projektovou dokumentaci .....	6
2.6	Vliv požárně bezpečnostních zařízení na evakuaci .....	7
3	Rozbor evakuace konkrétního administrativního objektu .....	8
3.1	Charakter objektu .....	8
3.2	Dispoziční řešení .....	8
3.3	Popis objektu .....	9
3.3.1	Požadavky na stavební konstrukce .....	9
3.3.2	Nosné konstrukce .....	9
3.3.3	Konstrukce nenosné .....	10
3.3.4	Konstrukce střechy .....	10
3.4	Řešení únikových cest .....	10
3.4.1	Nechráněné únikové cesty .....	10
3.4.2	Chráněná úniková cesta typu A .....	10
3.4.3	Chráněné únikové cesty typu B .....	11
3.5	Postupná evakuace a její řízení .....	12
3.6	Zařízení pro únik osob při požáru .....	13
3.6.1	Evakuační výtahy .....	13
3.6.2	Nouzové osvětlení .....	14
3.6.3	Bezpečnostní a výstražné zařízení v objektu .....	15
3.6.4	Evakuační rozhlas .....	15
3.6.5	Požární dveře a jejich funkční vybavení .....	16
3.7	Vliv požárně bezpečnostních zařízení na evakuaci .....	17
3.7.1	Elektrická požární signalizace .....	17

3.7.2	Ovládání požárně bezpečnostních zařízení .....	17
3.8	Organizace evakuace.....	19
3.8.1	Řídící úloha požárně bezpečnostního velínu .....	21
3.8.2	Funkce rozhlasu při organizaci požárního poplachu.....	21
3.9	Povinnosti zapojených osob.....	22
3.10	Zkušenosti s prováděním cvičných požárních poplachů.....	24
3.10.1	Logická návaznost komunikací na únikové cesty .....	24
3.10.2	Kontrola počtů osob, unikajících jinými cestami.....	25
3.10.3	Informovanost evakuovaných osob bezpečnostním velínem.....	25
4	Aplikace matematického modelování .....	26
4.1	Zahájení modelování evakuace .....	26
4.1.1	Rozložení osob .....	27
4.1.2	Rozložení míst pro stravování.....	27
4.2	Vyhodnocení výstupu z programu Pathfinder .....	27
4.3	Přínos modelace v programu Pathfinder .....	30
5	Porovnání evakuací .....	31
5.1	Evakuace dle PBŘ.....	31
5.2	Reálná evakuace.....	32
5.3	Evakuace dle programu Pathfinder .....	32
5.4	Výsledky porovnání evakuací .....	33
Závěr	.....	34
	Seznam použité literatury (seznam použitých zdrojů).....	35
	Seznam obrázků .....	38
	Seznam tabulek .....	39
	Seznam zkratk a symbolů .....	40

## Úvod

Evakuace osob je problematikou, která je pro požární ochranu a ochranu obyvatel jedním z klíčových řešení záchrany životů. Objektovou evakuací se rozumí co možná nejrychlejší a bezpečné opuštění objektu v případě vzniku mimořádné situace ohrožující osoby na životě nebo jejich zdraví. Životy lidí v administrativních objektech mohou být ohroženy požárem. Jeho častou příčinou jsou technické závady. Ty tvoří polovinu všech požárů. Další časté příčiny vzniku požárů jsou pak rovnoměrně rozložena mezi požáry založené úmyslně, z nedbalosti, anebo z jiných příčin.

Cílem této práce je vyhodnotit evakuaci osob z administrativního komplexu s ohledem na jejich bezpečnost za požáru a s využitím matematického modelování. Popis vybavení moderních administrativních komplexů z hlediska zajištění požární bezpečnosti je sumarizací současného přístupu normotvůrců, zpracovatelů požárně bezpečnostních řešení a realizací administrativních komplexů, které by měly odpovídat současným vědeckým a technickým možnostem v oblasti požární bezpečnosti staveb.

Konkretizací výše uvedeného by měl být rozbor evakuace konkrétního administrativního komplexu v závislosti na počtu únikových cest, evakuačních výtahů, vlivu požárně bezpečnostních zařízení, zkušeností s prováděním cvičných požárních poplachů.

## Rešerše

Základním zdrojem informací pro mě byly právní předpisy – zákony, vyhlášky vztahující se k obsahu práce, normy a odborné publikace.

### **Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů**

Účelem tohoto zákona je vytvořit podmínky pro ochranu života, zdraví a majetku před požáry. Zákon stanoví plnění povinností ministerstvům a jiných správním úřadům, právníkům osobám, podnikajícím fyzickým osobám a fyzickým osobám na úseku požární ochrany. V závěru zákon upravuje postihy za neplnění stanovených povinností.

### **Vyhláška č. 246/2001 Sb., vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů**

Ve vyhlášce jsou rozpracovány podmínky a povinnosti výše uvedených subjektů, jak po stránce vybavení objektů požárně bezpečnostními zařízeními a péčí o ně, tak jsou zde uvedeny organizační, kontrolní, školicí a další povinnosti při zajištění požární bezpečnosti.

### **České technické normy z oblasti požární bezpečnosti staveb**

Neopominutelný zdrojem mé práce byly české technické normy především z oblasti požární bezpečnosti staveb.

Požární bezpečnost staveb upravuje řada právních předpisů, ale většina z nich se odvolává na dodržování normových hodnot požární bezpečnosti staveb. Konkrétně se jedná o technické požadavky zakotvené v českých technických normách řady ČSN 73 08xx, obecně známých pod pojmem „Kodex norem požární bezpečnosti staveb“.

### **Folwarczny, L. Pokorný, J. Evakuace osob. 1. vydání Ostrava: SPBI, 2006. 125 s. ISBN 80-86634-92-2.**

Publikace se zabývá problémy při provádění evakuace. Vyhodnocuje evakuaci většího počtu lidí. Popisuje podmínky evakuace podle právních a technických předpisů, na které navazuje řešení objektové evakuace osob. Jsou zde také popsány poznatky zahraničních autorů a uváděny příklady matematických rovnic a modelů.



**Bradáčová, I. Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty. 2. vydání. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. ISBN 978-80-86111-77-3.**

Autorka se věnuje oboru požární bezpečnost staveb řadu let. Formuluje základní prvky ochrany staveb před požáry a věnuje pozornost požadavkům na instalaci požárních bezpečnostních zařízení v budovách.

**Pathfinder – Revision 2021.1.0224 x64, Developed by Thunderhead Engineering Consultants, Inc.**

Program poskytuje možnosti modelování a simulaci evakuace včetně vizualizace ve 3D a grafy pro analýzu výsledku.

# **1 Popis vybavení moderních administrativních komplexů**

Popis vybavení moderních administrativních objektů je spojen s požárně bezpečnostním řešením a především s požadavky na bezpečný pobyt osob v objektu.

Projekt požárně bezpečnostního řešení zpracovává autorizovaný inženýr nebo autorizovaný technik pro požární bezpečnost staveb a při své projekční činnosti pracuje s řadou dokumentů, které tvoří zákony, vyhlášky, nařízení vlády, české technické normy (projektové, hodnotové, předmětové, zkušební, klasifikační) a evropské návrhové normy (Eurokódy) zákony.

Koncepce požárně bezpečnostního řešení stavby klade, kromě základní pasivní (konstrukční) požární ochrany, důraz na vybavování staveb aktivními požárně bezpečnostními zařízeními, a to zejména pro velké, provozně náročné stavby.

Obsah požárně bezpečnostního řešení stavby předepisuje § 41 odst. 2 písm. n) vyhlášky č. 246/2001 Sb. [2], o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru ve znění pozdějších předpisů.

Důležitou částí požárně bezpečnostního řešení stavby jsou zhodnocení možnosti a navržení způsobů a prostředků evakuace osob, především v těchto velkých administrativních objektech, kde se může pohybovat velké množství lidí podle zvoleného stavebního programu a požadavků investora pro jeho budoucí využití.

## **1.1 Návrh evakuace**

Návrh evakuace vychází z posouzení únikových možností dle ČSN 73 0802 [6]. Příslušné články normy stanoví druhy únikových cest a jejich použití. Základní dělení únikových cest je na nechráněné a chráněné únikové cesty.

Chráněné únikové cesty tvoří samostatný požární úsek, který je ohraničený požárně dělícími konstrukcemi typu DP1, požární dveře instalované na chráněných únikových cestách jsou typu EI. Chráněné únikové cesty směřují k východu z objektu. V chráněných únikových cestách nesmí být žádné požární zatížení kromě hořlavých hmot v konstrukcích oken, dveří a madel.

Součástí chráněných únikových cest mohou být prostory sloužící k dozoru nad provozem v objektu (vrátnice, recepce, informační služba, sociální zařízení), aniž by nahodilé požární zatížení v těchto prostorech bylo větší než  $15 \text{ kg.m}^{-2}$ .

Povrchové úpravy musí mít index šíření plamene  $i_s$ . Podlahy musí být z materiálu nejvýše třídy reakce na oheň  $C_{fl}$ . Chráněná úniková cesta je odvětrána přirozeným nebo umělým větráním. Je nutná instalace nouzového osvětlení dle Vyhlášky č. 268/2009 Sb., Vyhláška o technických požadavcích na stavby [19].

Chráněná úniková cesta typu A má přirozené odvětrání otvory (okny, dveřmi) nebo průduchy, nebo nuceným odvětráním přívodem vzduchu ventilátorem pro desetinasobnou výměnu vzduchu za hodinu a odvodem vzduchu pomocí klapek, šachet, průduchů. Součástí chráněné únikové cesty typu B je samostatně větraná oddělená předsíň, nebo úniková cesta bez předsíně, ale vybavená nuceným odvětráním s dvacetipětinásobnou výměnou vzduchu za hodinu. Chráněná úniková cesta C má přetlakové odvětrání. Požárně dělící konstrukce chráněná úniková cesta musí být vždy z konstrukcí DP1.

Při navrhování únikových cest je důležité posoudit:

- množství evakuovaných osob
- typy únikových cest
- počet a rozmístění únikových cest
- předpokládaná doba evakuace
- rozměry únikových cest
- předpokládaná doba zakouření ohrožených prostorů
- návrh požárního odvětrání
- instalace požárního evakuačních výtahů
- vybavení a provedení únikových cest.

Zhodnocení možnosti evakuace je možné v České republice na základě různých přístupů preskriptivním, požárně inženýrským přístupem a dalšími.

### **1.1.1 Preskriptivní přístup**

Preskriptivní přístup je řešen dle normativních požadavků a standardů. V požárně bezpečnostním řešení objektu jsou uvedeny požadavky a výpočtové posouzení na počty, typy, kapacity a maximální délky únikových cest dle požárního kodexu.

Dle ČSN 73 0802 [6], ČSN 73 0804 [7] se dimenzují únikové cesty tak, aby evakuace osob proběhla dříve, než dojde k zakouření prostor do úrovně 2,5 m nad podlahou. Mezní doba evakuace závisí na druhu provozu, počtu únikových cest a jejich druhu. Kapacita maximálního počtu osob na únikové cestě je omezena.

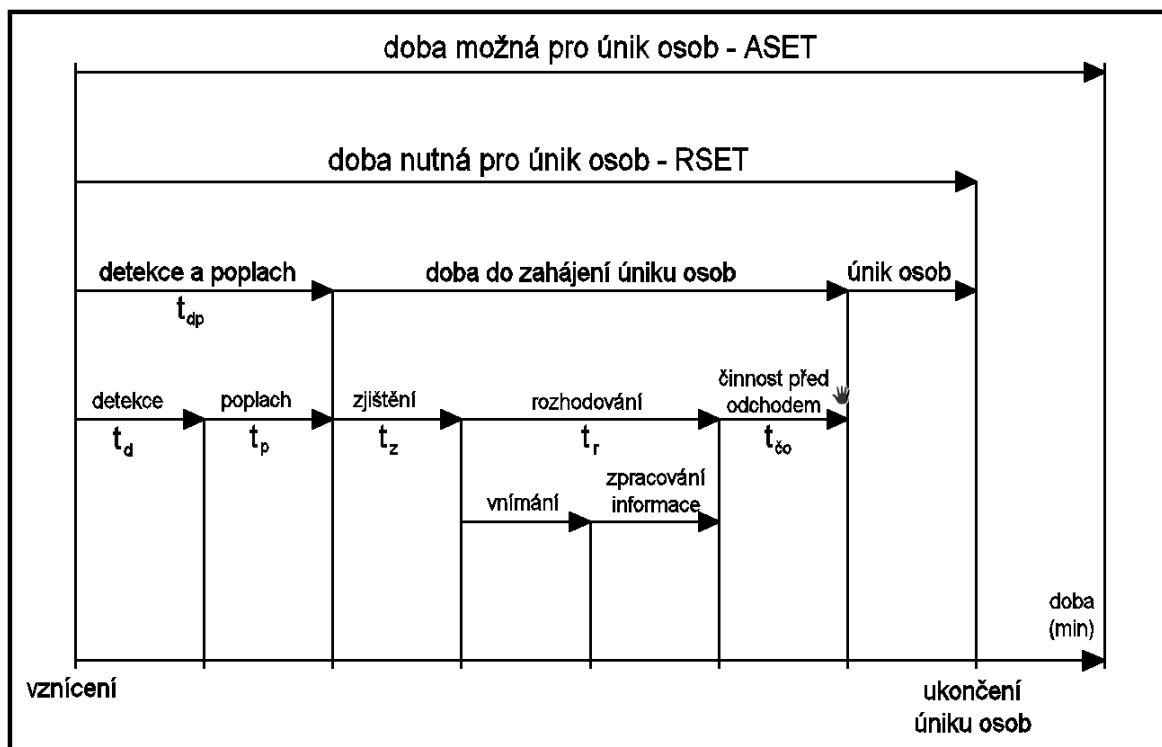
### **1.1.2 Požárně inženýrský přístup**

Při návrhu evakuace pomocí inženýrského přístupu je využíváno znalostí z oblasti požárně bezpečnostního inženýrství, které mohou být odchylné od českých norem. Tento přístup je možný dle § 99 zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů [1]. Požárně inženýrský přístup počítá s přístupnými daty z výzkumů evakuace a určuje čas potřebný k evakuaci a čas dostupný k evakuaci.

ASET (Available safe egress time) – čas dostupný k evakuaci je definován přijatelnými podmínkami pro evakuované osoby, které nesmí být překročeny. Přijatelné podmínky mohou být definovány například koncentrací oxidu uhelnatého, omezenou viditelností nebo teplotou kumulovaných horkých plynů v určité výšce. Pro stanovení času ASET je možné použít požární model, který lze vytvořit pomocí softwarů jako je například Argos, CFAST.

RSET (Required safe egress time) Čas potřebný k evakuaci (RSET) je velice složité jednoznačně určit. Dobu pro únik osob názorně dokumentuje obrázek 1. Tento čas je stanoven součtem časů detekce požáru, vyhlášení poplachu, rozhodnutí, odezvy a celkového času pohybu. Vždy musí platit, že  $RSET \leq ASET$ .

To jsou zónové modely, které jsou založeny na numerickém řešení dynamiky požáru. Z výstupů těchto softwarů je možné zjistit čas překročení limitů přijatelných podmínek k evakuaci.



Obr. 1: Možná doba úniku osob a nutná doba úniku osob (adaptováno z [15])

## 1.2 Požadavky řešené v požárně bezpečnostním řešení stavby

Pro splnění požadavků požární bezpečnosti na stavbu je třeba provést řadu opatření tak, aby byla zaručena únosnost, stabilita a celistvost nosných požárně dělících konstrukcí. Požadavek na bezpečnou evakuaci osob: prvořadým úkolem již v projektové části stavby je zajistit optimální stavební řešení únikových cest z hlediska jejich dimenzování, dislokace, odvětrání a vybavení.

**Požadavek na dělení do požárních úseků:** důležitou částí požárně bezpečnostního řešení je zamezit šíření požáru uvnitř objektu dělením do požárních úseků, které má u těchto velkých administrativních objektů s velkým počtem osob (zaměstnanců, návštěvníků, dodavatelů) velký význam. Tímto způsobem je omezen vzniklý požár, chráněny životy lidí, zasahující požární jednotky a snižují se ekonomické ztráty a náklady na protipožární zabezpečení.

**Požadavek zabránit přenosu požáru z hořícího objektu na sousední objekty:** jde o požadavky na vymezení odstupových vzdáleností od objektů.

**Požadavek umožnit zasahujícím jednotkám požární ochrany účinný protipožární zásah:** pro zajištění účinného zásahu je třeba navrhnout přístupové komunikace k objektu, nástupní plochy, vnější a vnitřní zásahové cesty, dostatečné množství požární vody.

## **2 Ochrana velkých administrativních objektů**

### **2.1 Pasivní ochrana**

Za pasivní požárně bezpečnostní zařízení se považují konstrukce, které zajišťují stabilitu a celistvost při působení účinku požáru svým konstrukčním a dispozičním řešením. Při vystavení vyšším teplotám nemění své základní vlastnosti, jako je celistvost - E, nosnost - R a izolační schopnost - I. Tyto konstrukce tvoří jako celek samostatné požární úseky a zamezují šíření požáru do dalších prostor a objektů.

### **2.2 Aktivní ochrana**

V projektových normách požární bezpečnosti staveb se předpokládá použití požárně bezpečnostních zařízení, zejména při řešení velkých a provozně náročných objektů. Jedná se o takzvané aktivní zabezpečení požární ochrany – instalaci požárně bezpečnostních zařízení.

### **2.3 Druhy požárně bezpečnostních zařízení**

Jedná se o tyto druhy požárně bezpečnostní zařízení:

- zařízení pro požární signalizaci (např. elektrická požární signalizace, zařízení dálkového přenosu, zařízení pro detekci hořlavých plynů a par)
- zařízení pro potlačení požáru nebo výbuchu (např. stabilní nebo polostabilní hasicí zařízení, samočinné hasicí systémy)
- zařízení pro usměrňování pohybu kouře při požáru (např. zařízení pro odvod tepla a kouře, kouřová klapky včetně ovládacího mechanismu, kouřové dveře, zařízení přirozeného odvětrání kouře)
- zařízení pro únik osob při požáru (např. požární nebo evakuační výtah, nouzové osvětlení, funkční vybavení dveří, bezpečnostní a výstražné zařízení)
- zařízení pro zásobování požární vodou (např. vnější požární vodovod včetně nadzemních a podzemních hydrantů, plnicích míst a požárních výtokových

stojanů, vnitřní požární vodovod včetně nástěnných hydrantů, hadicových a hydrantových systémů, nezavodněné požární potrubí)

- zařízení pro omezení šíření požáru (např. požární klapka, požární dveře a požární uzávěry otvorů včetně jejich funkčního vybavení, systémy a prvky zajišťující zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot, vodní clony, požární přepážky a ucpávky)
- náhradní zdroje a prostředky určené k zajištění provozuschopnosti požárně bezpečnostních zařízení, zdroje nebo zásoba hasebních látek u zařízení pro potlačení požáru nebo výbuchu a zařízení pro zásobování požární vodou, zdroje vody určené k hašení požáru
- zařízení zamezující iniciaci požáru nebo výbuchu
- požární a evakuační výtahy.

Návrh požárně bezpečnostního zařízení je nedílnou součástí požárně bezpečnostního řešení. Při souběhu dvou a více vzájemně se ovlivňujících požárně bezpečnostních zařízení musí být projektem řešeny jejich základní funkce a stanoveny priority, tzn. pořadí a způsob uvádění jednotlivých prvků systému do činnosti.

Požárně bezpečnostní zařízení musí být instalována oprávněnou firmou. Po uvedení do provozu musí být pravidelně zkoušena a kontrolována, aby byla jejich účinnost zajištěna po celou dobu provozu stavby.

## **2.4 Specifická ochrana**

Právnícké a podnikající fyzické osoby plní povinnosti na úseku požární ochrany ve všech prostorách, které užívají ke své činnosti. K tomu, aby mohlo být zajištěno bezproblémové plnění těchto úkolů vydávají vnitřní organizační pokyny a zřizují funkce např. funkci osoby odborně způsobilé v požární ochraně, preventistu požární ochrany, velitele a členy preventivní požární hlídky.

## **2.5 Shrnutí požadavků na projektovou dokumentaci**

Zajištění požární bezpečnosti velkých administrativních objektů je realizováno pasivní požární ochranou (situační řešení, dispoziční řešení, stavení konstrukce) a aktivní požární ochranou (požárně bezpečnostní zařízení).

Vyjma požadavků platných požárních předpisů musí projektová dokumentace splňovat také požadavky stavebních a dalších předpisů, které se váží k instalaci vyhrazených technických zařízení umístěných v těchto objektech (elektrických, tlakových, plynových, zdvihacích).

Požárně bezpečnostní řešení, která řeší koncepci požární bezpečnosti, jsou součástí dokumentace skutečného provedení stavby, to znamená dokumentace, která je schválena stavebním úřadem, hasičským záchranným sborem a stvrzena kolaudačním rozhodnutím. Poté jsou objekty uvedeny do provozu.

## 2.6 Vliv požárně bezpečnostních zařízení na evakuaci

Požárně bezpečnostní zařízení svou aktivní funkcí zaručují lepší podmínky pro evakuaci. Jedná se o schopnost maximálně omezit riziko vzniku a šíření požárů a tím zajistit bezpečnou evakuaci osob z objektu a pro bezpečný postup zasahujících jednotek požární ochrany. Instalace těchto zařízení s sebou přináší vedle kladů i určité zápory viz tabulka 1.

Druh PBZ	Výhody	Nevýhody
EPS	Přímá lokalizace	Plané poplachy, pouze informuje
SOZ	Odvod zplodin, nedochází k explozivnímu hoření	Těžší otvírání dveří, chlad při nižších teplotách
SHZ	Lokalizace nebo celkové uhašení, ochlazování konstrukcí	Škody vodou, cena, náročnost kontrol
GHZ	Rychlé uhašení, nepůsobí škody	Vysoké nároky na těsnost HÚ, cena
EV	Přeprava imobilních a zraněných osob	Náročnost řešení, rozměry kabin
ER	Včasné informování osob, možná koordinace a přímé upozornění	Slyšitelnost při postupné evakuaci

Tab. 1: Klady a zápory instalace PBZ (vlastní)

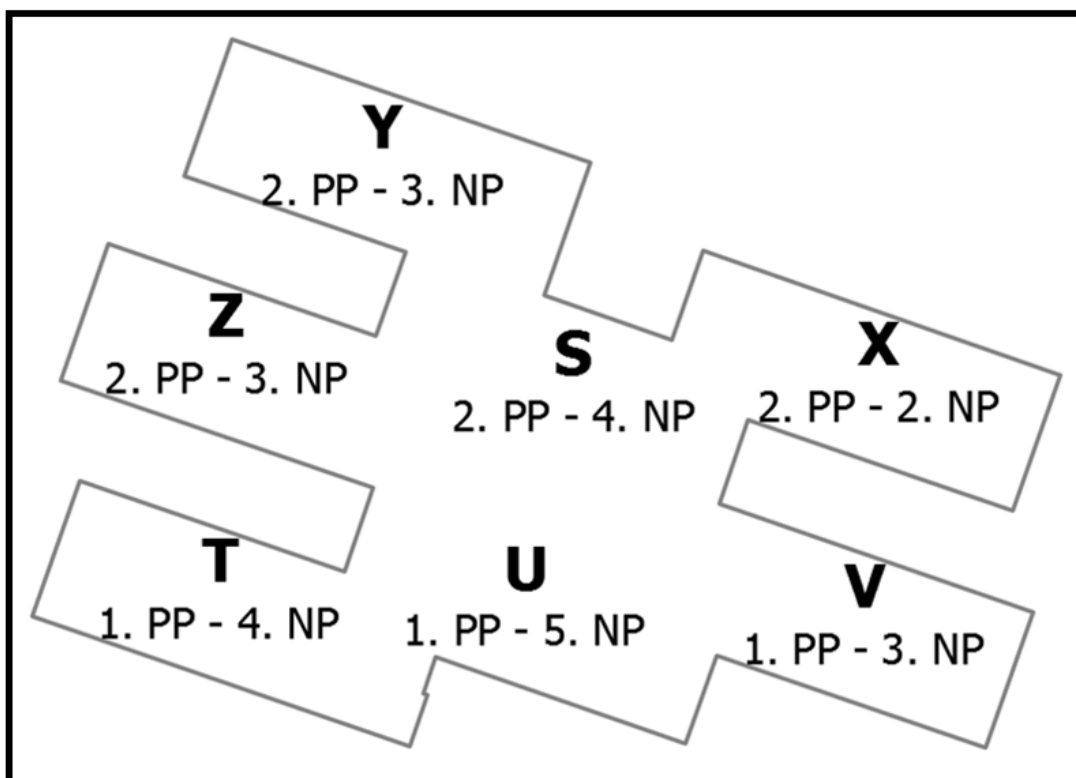


### 3 Rozbor evakuace konkrétního administrativního objektu

Tato část práce se zaměřuje na evakuace osob z konkrétního administrativního objektu. Je zde uveden popis stavby, řešení únikových cest, zařízení pro únik osob při požáru, vliv požárně bezpečnostních zařízení na evakuaci, organizace a řízení evakuace.

#### 3.1 Charakter objektu

Objekt je stavbou, s jejíž přípravou bylo započato v roce 2015. Stavba byla dokončena a zprovozněna v roce 2019. Budova je sestavena ze sedmi pavilonů, označených S, T, U, V, X, Y a Z, přičemž centrálním pavilonem je S. Společně tvoří tvar popisovaný jako „osoba se zdviženými rukama“. Tvar objektu je dobře vidět na obrázku 2.



Obr. 2: Schéma budovy (vlastní)

#### 3.2 Dispoziční řešení

Ve středu budovy je umístěno vnitřní atrium vymezené čtyřmi přiléhajícími pavilony. Prostorová a komunikační organizace se paprscitě rozvíjejí do vnějších pavilonů. Organizace provozu v objektu je vlivem této dispozice přehledná a díky této organizaci jsou vnitřní komunikace krátké.

### **3.3 Popis objektu**

Objekt je vícepodlažní. Většina pavilonů má nad terénem tři nebo čtyři užitná podlaží. Menší výška budovy umožňuje komunikačně dosáhnout jakékoliv místo v budově převážně horizontálním pohybem s omezenou potřebou vertikální komunikace. Zaměstnanci a návštěvníci proto přednostně používají vnitřních provozních schodišť pěšky, namísto využívání výtahů.

Při vstupu přes centrální pavilon S v 1. NP je možné se dostat do recepce a následně do vstupního atria, kde se nachází kavárna v pavilonu U, spolu se zázemím kuchyně. Pavilony X, Y a Z s administrativním zázemím jsou součástí všech nadzemních podlaží. Po levé straně pavilon V, se na úrovni vstupu nachází jídelna a dále ve vyšších patrech administrativní část. Jako poslední pavilon je T, kde je umístěna v 1. NP spisovna a další nadzemní podlaží slouží pro vzdělávání a školení zaměstnanců.

V prvním podzemním podlaží se nachází garáže rozdělené do skupin podle pohonu automobilů. Jsou zde i důležité technologické místnosti jako strojovna vzduchotechniky, záložní zdroje – dieselagregáty, UPS, sklady a odpadové hospodářství.

Druhé podzemní podlaží je značně menší a jsou zde parkovací místa, strojovna a nádrž na vodu pro stabilní hasicí zařízení, provozní sklady. Podrobná specifikace všech prostor je uvedena v příloze 1.

#### **3.3.1 Požadavky na stavební konstrukce**

Požadavky na stavební konstrukce objektu jsou stanoveny požárně bezpečnostním řešením. Podle ČSN 73 0802 se požární odolnost stavebních konstrukcí stanoví normovými hodnotami [6].

#### **3.3.2 Nosné konstrukce**

V tomto případě svislou nosnou konstrukci objektu tvoří sloupový skelet ztužený několika stěnami, stěnovými jádry a vodorovnou nosnou konstrukcí železobetonových stropních desek. Vodorovné konstrukce nadzemních podlaží jsou podepřeny stěnami výtahových šachet a soustavou sloupů. Schodiště v objektu jsou železobetonová převážně s prefabrikovanými rameny. Obvodové stěny tvoří z jedné části těžké obvodové konstrukce, z druhé části průhledné a neprůhledné výplně otvorů.

### **3.3.3 Konstrukce nenosné**

Konstrukce nenosné, které kromě své vlastní hmotnosti již nepřenášejí žádná další zatížení. Příčky v suterénech jsou keramické, v kancelářských podlažích jsou sádkartonové. V nadzemních podlažích je použit systém prosklených dělicích konstrukcí. Všechny nosné stavební konstrukce zajišťující stabilitu objektu, veškeré požárně dělicí konstrukce jsou hodnoceny druhem DP1. Použité hmoty mají v převážné většině třídu reakce na oheň A1 a A2. Podrobná specifikace konstrukcí je uvedena v příloze 2.

### **3.3.4 Konstrukce střechy**

Konstrukce střechy je křížem armovaná vyztužená deska. Je schopná unést zatížení ze skladby zelené střechy s intenzivní zelení, která je na ní umístěna. V některých částech střechy se nacházejí pochozí místa. Pochozí povrchy jsou provedeny z dřevěného dubového roštu. Zaměstnanci zde mají možnost v letním období krátkodobě pracovat. Střešní světlíky jsou skleněné, uložené na ocelové nosné konstrukci

## **3.4 Řešení únikových cest**

V nadzemních podlažích objektu bylo řešení únikových cest navrženo podle zásad uvedených v ČSN 73 0802 [6]. V podzemních podlažích, kde jsou umístěny hromadné garáže, se únik osob projektoval dle ČSN 73 0804 [7].

### **3.4.1 Nechráněné únikové cesty**

Jako nechráněné únikové cesty jsou provedeny únikové cesty v rámci jednotlivých požárních úseků a únikové cesty vedoucí přes sousední požární úseky. Z požárního úseku, ze kterého vedou nechráněné únikové cesty přes sousední požární úsek, jsou zajištěny únikové cesty minimálně dvěma směry úniku nebo je sousední požární úsek bez požárního rizika. Tyto nechráněné únikové cesty, které vedou přes sousední požární úsek, ústí dále přímo na volné prostranství nebo do chráněných únikových cest.

### **3.4.2 Chráněná úniková cesta typu A**

V objektu jsou tři chráněné únikové cesty typu A, které slouží pro únik z hromadných garáží a dále tvoří vnitřní zásahové cesty pro jednotky požární ochrany.

Tyto chráněné únikové cesty jsou vybaveny nuceným větráním – přívodem vzduchu odpovídajícímu desetinásobnému objemu prostoru chráněné únikové cesty za hodinu a odvodem vzduchu pomocí otvoru v nejvyšším místě chráněné únikové cesty. Dodávka vzduchu je zajištěna po dobu minimálně 10 minut ze dvou na sobě nezávislých zdrojů elektrické energie.

### **3.4.3 Chráněné únikové cesty typu B**

Pro únik lze použít dvě chráněné únikové cesty typu B, které zároveň slouží jako vnitřní zásahové cesty. Tyto chráněné únikové cesty typu B spojují všechna podlaží a slouží pro únik osob především z kancelářských prostor nadzemní části objektu.

Chráněné únikové cesty typu B jsou větrány uměle po dobu 45 minut, protože jsou navrženy jako vnitřní zásahové cesty. Přetlak mezi chráněnými únikovými cestami a přilehlými požárními úseky je nejméně 25 Pa. U přilehlých požárních úseků vybavených samočinným hasicím zařízením je přetlak nejméně 12 Pa. Přetlak je omezen instalací klapek tak, aby nepřesáhl 100 Pa.

Vzduch je dodáván nejméně v patnáctinásobku objemu prostoru chráněné únikové cesty za hodinu (pokud jsou CHÚC navrhovány v současnosti, musí mít dvacetipětinásobnou nucenou výměnu vzduchu za hodinu). Ovládání přetlakové ventilace je elektrickými spínači umístěnými na vstupu do CHÚC v každém podlaží. Bezpečná doba, po kterou se mohou unikající osoby pohybovat po CHÚC B, je stanovena na 15 minut.

Přehledné shrnutí rozdílů mezi jednotlivými typy chráněných únikových cest je uvedeno na příkladu pro III. stupeň PB v tabulce.

Rozdíly v ÚC	CHÚC A	CHÚC B
Nucený způsob výměny vzduchu za hodinu	Desetinásobná	Patnáctinásobná (dnes již dvacetipětinásobná)
Dodávka vzduchu	Po dobu 10 minut	Po dobu 30 minut
Konstrukce	Musí tvořit samostatný požární úsek	Musí tvořit samostatný požární úsek
Počet evakuovaných osob po rovině	160	400
Počet evakuovaných osob po schodech dolů	120	300
Počet evakuovaných osob po schodech nahoru	100	250
Doba ochrany osob	4 minuty	15 minut (zásahová cesta 45)

Tab. 2: Rozdíly mezi chráněnými únikovými cestami pro III. Stupeň PB (vlastní)

### 3.5 Postupná evakuace a její řízení

Evakuace je řízena z bezpečnostního velínu budovy a může být vyhlášována zónově pro jednotlivé části objektu jako postupná. Ke správné a rychlé evakuaci je důležité navrhnout zařízení a systém vyhlášení poplachu, který bude stručný a jednoznačný. Tento systém určil projektant požárně bezpečnostního řešení. Konkrétní vlastnosti systému požárně bezpečnostního zařízení, tj. elektrická požární signalizace a evakuačního rozhlasu, navrhl projektant těchto zařízení.

Povinností provozovatele je převzít způsob vyhlášení poplachu, který je uvedený v požárně bezpečnostním řešení a jenž splňuje podmínku instalovat v objektu pouze jeden systém vyhlášení evakuace. Požární poplach pro postupnou evakuaci je vyhlášován pomocí evakuačního rozhlasu a je vyhlášován zónově.

Objekt je z hlediska vyhlášení požárního poplachu rozdělen do těchto rozhlasových zón:

- hromadné garáže (prostory hromadných garáží a všechny PÚ v podlaží 2. PP a 1. PP), dále všechny CHÚC A včetně příslušné části schodiště až na volné prostranství
- tréninkové centrum a požární úseky v rámci tohoto centra spolu s příslušnou částí CHÚC B vedoucí na volné prostranství
- zbylé prostory objektu 1.NP - 5.NP vyjma prostoru tréninkového centra včetně příslušné části CHÚC B vedoucí až na volné prostranství.

Zónový poplach bude vyhlašován ihned po stisknutí tlačítkového hlásiče nebo v případě, že požár je detekován alespoň od dvou samočinných hlásičů požáru. Tento bude vyhlašován také po uplynutí času  $T_2$  bez zrušení poplachu nebo obsluhou ústředny EPS.

Všeobecný poplach bude do zbytku objektu vyhlašován 3 minuty po vyhlášení zónového poplachu.

Evakuované osoby jsou soustřeďovány do více shromaždišť po obvodu objektu. Jedná se o zatravněné plochy cca 25 m od stavby.

### **3.6 Zařízení pro únik osob při požáru**

Zařízení pro únik osob v objektu jsou evakuační výtahy, nouzové osvětlení, bezpečnostní a výstražné zařízení v objektu, evakuační rozhlas, požární dveře.

#### **3.6.1 Evakuační výtahy**

V objektu jsou instalovány dva evakuační výtahy, které jsou součástí CHÚC B. Evakuační výtahy jsou definovány jako výtahy s předepsanými parametry určenými pro dopravu osob nebo osob a nákladů sloužící k evakuaci, jejichž provoz musí být po stanovenou dobu v průběhu dané evakuace bezpečný. Ve všeobecných požadavcích to uvádí norma ČSN 27 4014 [14].

Evakuační výtahy jsou určeny především pro evakuaci osob neschopných samostatného pohybu a osob se sníženou schopností pohybu a orientace.

Větrání evakuačních výtahů, které jsou součástí CHÚC B, je zajištěno přetlakovým větráním těchto únikových cest. Klec evakuačního výtahu má rozměry 1,1 m x 2,1 m, rychlost nepřesahuje 60 s (doba jízdy se počítá mezi nejvzdálenějším místem evakuace, od uzavření dveří výtahu, a úrovní, ze které evakuace probíhá).

Hlavní nástupiště pro evakuační výtahy je v úrovni 1. PP a 2. NP. Speciální klíč pro ovládání spínače, kterým se přepíná normální režim výtahu na evakuační, je umístěn 2 m od vstupu do evakuačního výtahu v nástupních stanicích. Rovněž je tento klíč umístěn v bezpečnostním velínu.

V případě požáru sjedou evakuační výtahy do nástupních stanic, odblokují se dveře a výtahy se přepnou do evakuačního režimu (vše pomocí EPS). Výtahy jsou napájeny ze dvou na sobě nezávislých zdrojů elektrické energie po dobu 45 minut (elektrická síť a dieselagregáty). Připojují se elektrickými vodiči a kabely z hlavního (požárního) rozvaděče tak, že musí zůstat funkční po celou stanovenou dobu evakuace osob i při odpojení ostatních elektrických zařízení v objektu. Označeny jsou bezpečnostním značením „Evakuační výtah“, a to v kabině výtahu a vně na dveřích výtahové šachty.

Na evakuační výtahy navazují ve výstupních stanicích chodby a rampy (sklon cca 1:12,5), po kterých jsou osoby s omezenou schopností pohybu dále evakuovány na venkovní plochy, potažmo dál od objektu.

Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace jsou v 1. PP a ve 2. NP z evakuačního výtahu evakuovány obsluhou evakuačního výtahu a pracovníkem recepcce, kteří zajistí pomocí tlačítka otevření dveří na cyklorampu a dále evakuují osobu s omezenou schopností po rampě až na volné prostranství.

Evakuační výtahy nejsou určeny pro evakuaci osob schopných pohybu. V případě požárního poplachu platí zákaz jejich použití. Při všeobecném poplachu vyhlášeném prostřednictvím EPS obyčejné výtahy automaticky sjedou do nejbližší nižší stanice a otevrou se a zůstávají zablokované.

### **3.6.2 Nouzové osvětlení**

Všechny únikové cesty v objektu jsou vybaveny nouzovým osvětlením dle ČSN EN 1838 [13]. Jedná se i nechráněné únikové cesty – místnosti a prostory větší než 100 m<sup>2</sup> a všechny strojovny vyjma malých požárních úseků, kde se nouzové osvětlení nenavrhuje.

Nouzové osvětlení je napájeno ze dvou zdrojů elektrické energie. Jako primární zdroj je běžná elektrická síť, jako druhý zdrojem je centrální baterie napájející všechna svítidla. Centrální baterie NO je umístěna v samostatném požárním úseku sloužící pro požární zabezpečení, jedná se o místnost UPS v 1. PP.

Požadavek na funkčnost nouzového osvětlení po dobu minimálně 60 minut je splněn.

Ve shromažďovacích prostorech (centrální atrium, jídelna, školící centrum, zasedací místnosti) je nouzové osvětlení provedeno zároveň i jako únikové osvětlení, a to i v navazujících nechráněných i chráněných únikových cestách.

V elektrických rozvodnách pro požárně bezpečnostní zařízení a ve strojovně SHZ bude i běžné osvětlení napájeno ze dvou zdrojů elektrické energie (sít', centrální UPS).

### **3.6.3 Bezpečnostní a výstražné zařízení v objektu**

Požadavky na bezpečnostní a výstražné zařízení v objektu je obsahem nařízení vlády č. 375/2017 Sb. [21].

Jedná se především o označení únikových cest. Únikové cesty jsou označeny bezpečnostními informačními značkami. Únikové značky jsou navrženy s vnitřním osvětlením a svítí trvale. Tyto značky jsou umístěny všude, kde se přepokládá výskyt návštěvníků, v prostorech s pravidelným výskytem osob. V chráněných únikových cestách, je zajištěno trvalé umělé osvětlení. Fotoluminiscenční bezpečnostní značky jsou umístěny poblíž svítidel tak, aby byly dobře nasvícené.

Únikové značky s vnitřním osvětlením jsou napájeny ze dvou na sobě nezávislých zdrojů elektrické energie (elektrická síť a centrální UPS, která slouží rovněž pro nouzové osvětlení).

V technických a skladových prostorech, kde je nutné vyznačit směr úniku, například špatná viditelnost východu, místnosti do 100 m<sup>2</sup> nebo v místnostech, kde je více dveří a východů, jsou umístěny fotoluminiscenční značky poblíž svítidla, tak aby byly dobře nasvícené

### **3.6.4 Evakuační rozhlas**

Návrh nouzového zvukového systému – evakuačního rozhlasu byl zpracován dle ČSN EN 50849 [12]. Ve všech požárních úsecích je instalován evakuačního rozhlas k řízení evakuace a je slyšitelný ve všech částech objektu. Při spuštění evakuačního rozhlasu jsou vyřazeny z provozu všechna ostatní zvuková zařízení. Evakuační rozhlas vyhláší poplach zónově. Ústředna evakuačního rozhlasu je umístěna na bezpečnostním velínu, odkud je evakuace řízena. Evakuační rozhlas je funkční po dobu nejméně 30 minut.



### 3.6.5 Požární dveře a jejich funkční vybavení

Důležitým prvkem požární bezpečnosti pro únik osob při požáru jsou požární dveře. Požadavky na tento požárně bezpečnostní prvek uvádí vyhláška č. 202/1999 Sb. [18].

V objektu jsou instalovány požární dveře, která splňují kritéria uvedená níže.

- požární dveře ústící do CHÚC splňují kritérium EI; u ostatních požárních dveří typ EW
- požární dveře vedoucí do CHÚC B jsou kouřotěsné (Sm)
- požární dveře v 1. PP a 2. PP jsou nehořlavé druhu DP1, v nadzemních podlažích jsou, kromě dveří do CHÚC B, navrženy hořlavé požární uzávěry
- požární dveře jsou opatřeny samozavíračem C3, dvoukřídlé dveře jsou opatřeny i koordinátorem zavírání kromě dveří do technických místností, kde se předpokládá trvalé uzavření a neústí do CHÚC
- samozavírač je instalován na všech požárních dveřích ústících do požárních úseku, kde je navrženo plynové hašení
- dveře do výtahů jsou s požární odolností EW-C 15 DP1, respektive EW-C 30 DP1 tam, kde výtahy jsou součástí jiného PÚ
- požární dveře o velikosti do 10 m<sup>2</sup> budou vykazují požární odolnost EW-C 30 DP1, požární dveře nad 10 m<sup>2</sup> požární odolnost EI-C 45 DP1
- pro oddělení krajních pavilonů jsou navrženy posuvné požární předěly s požární odolností EW 30 DP1, které jsou trvale otevřené a budou uzavírány pomocí EPS. Požární předěly, které jsou na únikových cestách, jsou zároveň vybaveny integrovaným únikovým křídlem šířky min. 0,8 m a s požární odolností EW-C3 30 DP1
- požární dveře na patách stoupaček vykazují požární odolnost EW 30 DP1
- požární dvířka vstupů do instalačních šachet vykazují požární odolnost nejméně EW 30 DP1.

V rámci požárních stěn v nadzemní části objektu jsou také požární rolety uzavírané pomocí EPS:

- rolety o ploše do 10 m<sup>2</sup> vykazují požární odolnost EW-C 30 DP3

- rolety o ploše nad 10 m<sup>2</sup> vykazují požární odolnost EI-C 45 DP1 nebo EW-C 45 DP1 (rolety ohraničující schodiště v pavilonu Y). Rolety vykazující požární odolnost EW 45 DP1 se považují za vyhovující s ohledem na skutečnost, že kolem těchto rolet budou unikat pouze osoby z požárně ohroženého požárního úseku (z ostatních PÚ mohou unikat po provozních cestách) a na každé straně této rolety nebude umístěno do vzdálenosti min. 2 m žádné nahodilé požární zatížení (jedná se o komunikační prostory)

Požární oddělení hromadných garáží mezi sebou a od zásobovacího dvora je provedeno pomocí požárních uzávěrů (rolety) o velikosti do 25 m<sup>2</sup> a požární odolnosti EW-C 30 DP1, které je uzavírány pomocí elektrické požární signalizace.

Požární uzávěry, které je nutné mít trvale otevřené, jsou opatřeny elektromagnetem, který se, v případě požáru nebo výpadku elektrického proudu, odepne a dveře se uzavrou pomocí samozavírače nebo závaží.

Automatické požární dveře EW-C 30 DP3 mezi místností varnou a chodbou jsou funkční stále a jsou zálohovány ze dvou nezávislých zdrojů elektrické energie pro dobu 30 minut nebo v případě přerušení napájení se tyto dveře uzavrou.

### **3.7 Vliv požárně bezpečnostních zařízení na evakuaci**

V popisovaném objektu jsou instalována požárně bezpečnostní zařízení, sloužící k zajištění bezpečné evakuace: elektrická požární signalizace, evakuační rozhlas, samočinné odvětrací zařízení, požární rolety, požární vrata, otvírky a dveře na fasádě pro přívod vzduchu.

#### **3.7.1 Elektrická požární signalizace**

V objektu je instalováno zařízení Esser 8000. Součástí zařízení jsou řídicí ústředna, stropní hlásiče, tlačítkové hlásiče instalované ve všech prostorách objektu. V podzemních hromadných garážích je instalován teplotní kabel.

#### **3.7.2 Ovládání požárně bezpečnostních zařízení**

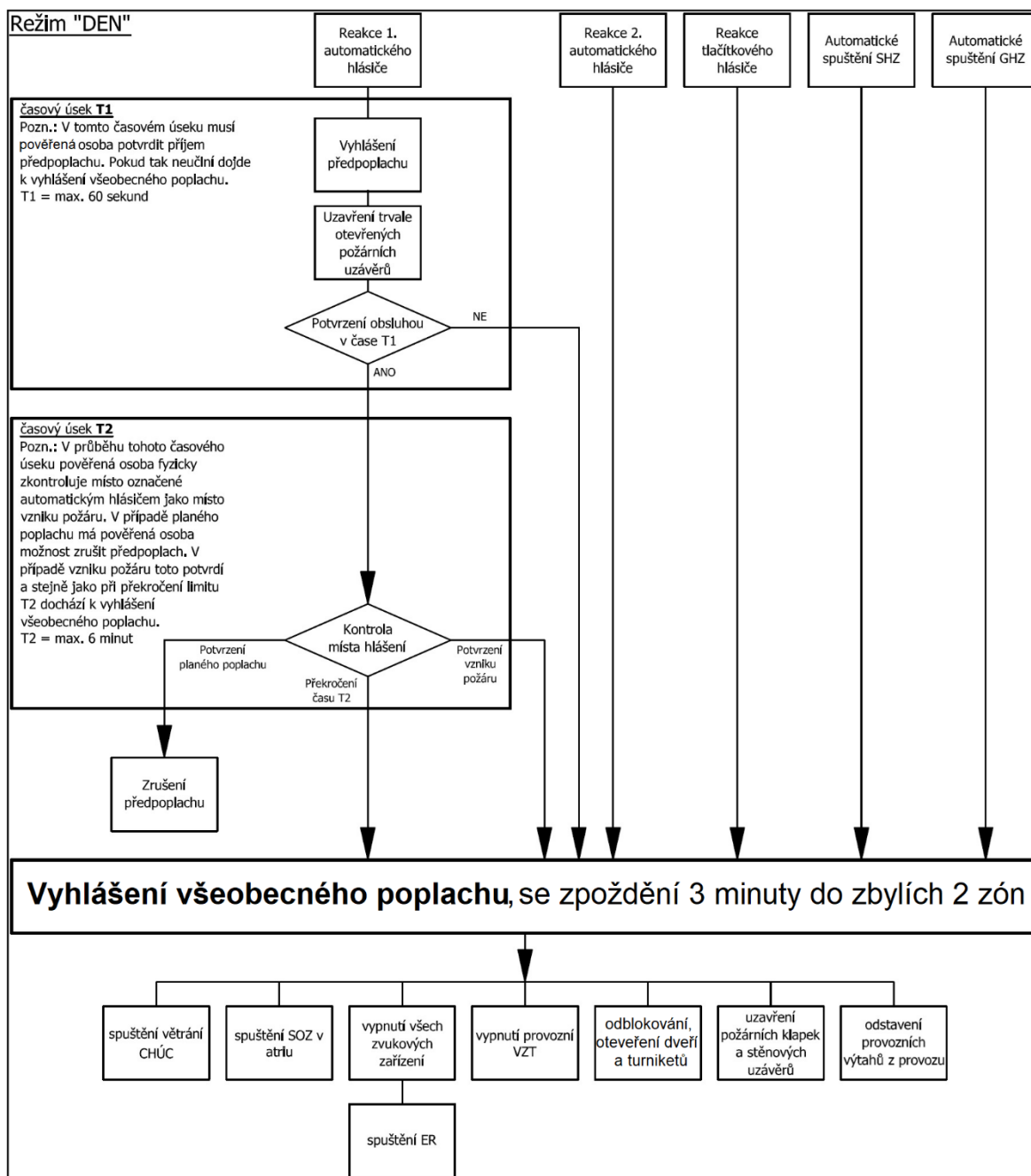
Způsob ovládání požárně bezpečnostních zařízení s ohledem na okamžitou aktivaci je důležitým prvkem pro rychlou a bezpečnou evakuaci osob.

EPS ovládá evakuační rozhlas, samočinné odvětrací zařízení, požární rolety, požární vrata, otvírky a dveře na fasádě pro přívod vzduchu.

jedenkrát ročně provozovatel provádí koordinační funkční zkoušky, kdy ověřuje:

- funkci evakuačního rozhlasu ve všech 3 zónách – zdali je funkční v zóně požáru po vyhlášení poplachu, ve zbývajících zónách se zpožděním 3 minut dle požadavků požárně bezpečnostního řešení
- funkci SOZ – klapek a ventilátorů pro danou kouřovou sekci – funkčnost včetně ověření zpoždění ventilátoru o 30 sekund
- vypnutí VZT
- spuštění větrání CHÚC
- funkci uzavření trvale otevřených požárních uzávěrů (dveře, vrata, rolety)
- otevření dveří na únikových cestách – pro přívod vzduchu a únik osob
- odblokování zámků na dveřích únikových a přístupových cest
- funkci výtahů – sjetí do nejbližší stanice a odblokování dveří
- funkce evakuačních výtahů – sjetí do určených nástupišť (1. PP a 2. NP) a přepnutí do evakuační funkce
- otevření vjezdových vrat do garáží 1. PP
- sklopení turniketů na úniku v 1. NP
- sklopení karuselu na úniku v 1. NP

Komplexní koordinační zkouškou se potvrzuje, že byly splněny podmínky stanovené právními předpisy. Kontrola provedená dle § 7 vyhlášky MV ČR č. 246/2001 Sb., normativními požadavky a průvodní dokumentací výrobce [2]. Logické vazby a návaznosti zařízení ovládaných EPS jsou uvedeny na obrázku 4.



### 3.8 Organizace evakuace

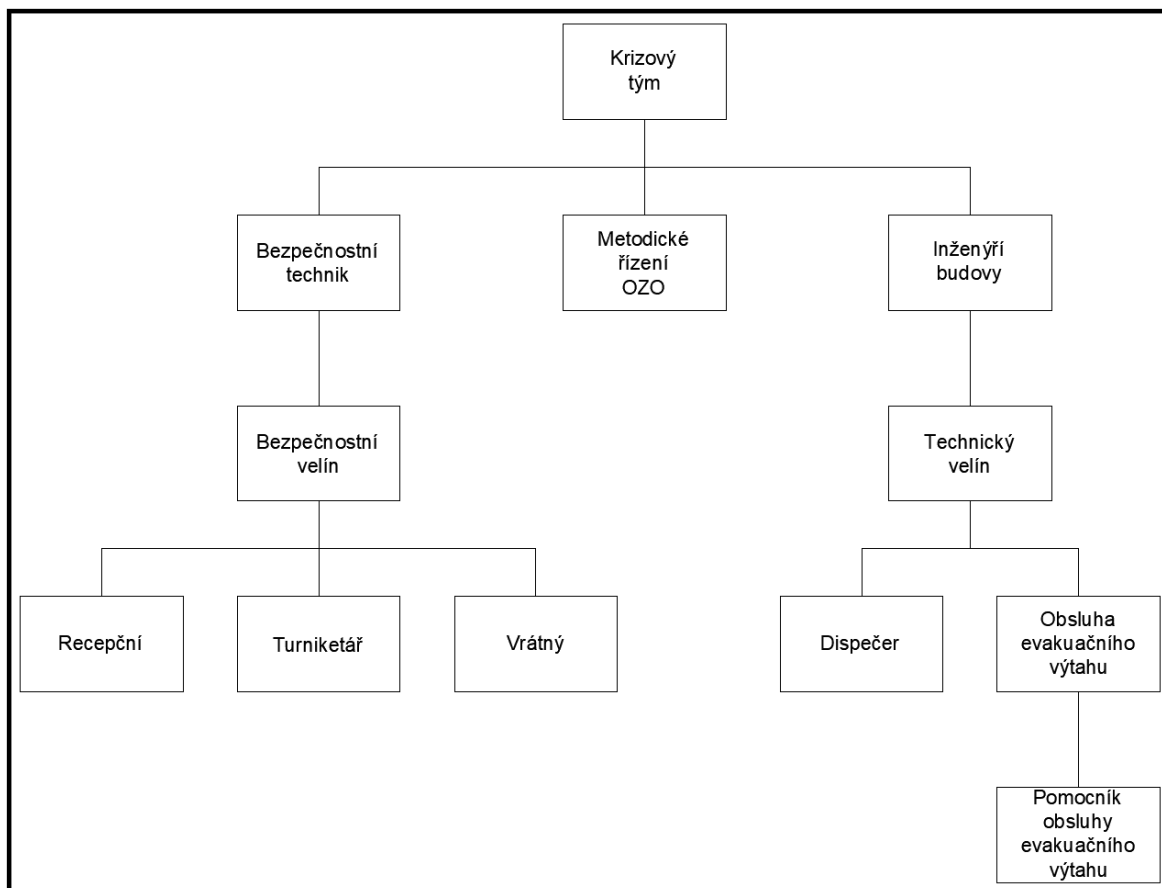
Jejím obsahem jsou pokyny k organizaci, řízení a kontrole požární ochrany. Uvádí, pro koho je povinností se jí řídit. Pro přehlednost jsou jednotlivá funkční místa nazývaná rolemi, ať již se jedná o manažera bezpečnosti, bezpečnostního technika, zaměstnance, hospodáře objektu, předsedy vyšetřovací komise (havárie, požáry, povodně, teroristický útok). Přiměřeně se vztahuje i na osoby, které se pohybují v objektech organizace (dodavatelské firmy, klienti, hosté). Vždy je to s vědomím odpovědného zástupce pracoviště.

Za plnění úkolů požární ochrany na jednotlivých pracovištích odpovídají vedoucí zaměstnanci organizace. Všichni vedoucí zaměstnanci jsou povinni se seznámit s jejím obsahem a seznámit s ní i své podřízené. Povinnosti v ní uvedené jsou součástí vstupního a pravidelného školení zaměstnanců, rovněž tak jako školení zástupců dodavatelských firem, kteří vstupují do prostorů organizace a provádějí zde jednorázové nebo stálé pracovní činnosti.

K tomu, aby mohlo být zajištěno bezproblémového plnění úkolů na úseku PO se zřizují na základě ustanovení § 7 zákona č.133/1985 Sb. Funkce bezpečnostního technika, osoby odborně způsobilé v PO, preventivní požární hlídky a podle potřeb vedení společnosti další funkce [1].

Důležitou součástí obsahu je dokumentace požární ochrany respektující požadavky § 4 zákona č. 133/1985 Sb. Vychází se z kategorie a rozsahu provozovaných činností [1]. V případě tohoto objektu je rozsah dokumentace daný § 27 vyhlášky 246/2001 Sb., protože se jedná o objekt se zvýšeným požárním nebezpečím [2]. Jsou zde uvedeny také požadavky na zpracování požárního evakuačního plánu a provádění cvičného požárního poplachu.

Dokument, kde jsou popsány povinnosti při zajištění požární ochrany v době sníženého provozu a v mimopracovní době účinně pomáhají při organizaci a řízení evakuace osob z objektu. Osoby zapojené do řízení evakuace jsou uvedeny na obrázku 4.



Obr. 4: Přehled osob zapojených do řízení evakuace (vlastní)

### 3.8.1 Řídící úloha bezpečnostního velínu

Zprávy o požáru nebo jiné události, vyžadující evakuaci objektu, přijímá a vyhodnocuje bezpečnostní velín. Po ověření zprávy (např. že se nejedná o poruchu EPS) tento velín zahajuje stanoveným postupem vyhlášení poplachu.

### 3.8.2 Funkce rozhlasu při organizaci požárního poplachu

Požární poplach je v objektu vyhlášován rozhlasem, který je zaveden do všech prostor objektu. Pro zajištění slyšitelnosti jsou v hlučných provozech (garáže) použity tlakové reproduktory a nastavena větší hlasitost. Bezpečnostní velín může vyvolat požární poplach zónově.

Na signál rozhlasu reagují vedoucí pracovišť a preventivní požární hlídky. Ty mají k dispozici schránky, ve kterých jsou pro ně uloženy výstražné vesty s nápisy „EVAKUACE“ a karty s pokyny pro konkrétní hlídku.

Úkolem preventivních požárních hlídek při vyhlášení požárního poplachu je zajistit proniknutí signálu do všech prostor, navádět evakuované do chráněných únikových cest a posléze provést kontrolu, jestli na pracovištích nezůstaly osoby nebo spuštěná zařízení, schopná ohrozit bezpečnost objektu (kuchyně).

### **3.9 Povinnosti zapojených osob**

Řídící složkou při řízení evakuace osob z objektu je krizový tým. Je složen ze zástupců představenstva společnosti. Členové krizového týmu jsou jmenováni dekretem. Jejich povinností je vybrat termín, dát pokyn k zahájení evakuace a k její ukončení. Záznam a závěry z cvičných požárních poplachů jsou jim předávány.

Rozhodnutí krizového týmu připsané na závěr dokumentu je závazné. Jednotlivé osoby (funkce) zapojené do systému řízení evakuace objektu jsou:

- obsluha místní ohlašovny požárů (velitel směny)
- obsluha (druhý člen)
- obsluha vrátnice (recepční)
- obsluha vrátnice (turniketář)
- obsluha vjezdové vrátnice (vrátný)
- obsluha technického velínu (ověřovatel)
- obsluha evakuačního výtahu v pavilonu S
- pomocník obsluhy evakuačního výtahu v pavilonu S
- obsluha evakuačního výtahu v pavilonu i U
- pomocník obsluhy evakuačního výtahu v pavilonu i U
- záloha – pracovníci technického velínu
- bezpečnostní technik budovy
- inženýři budovy
- pochůzkář (jen mimopracovní doba)

Povinnosti zapojených osob jsou uvedeny na kartách. Vzor karty je na obrázku 5.

**POVINNOSTI ČLENA PREVENTIVNÍ POŽÁRNÍ HLÍDKY  
PŘI VZNIKU POŽÁRU A VYHLÁŠENÍ EVAKUACE**

**TURNIKETÁŘ**

1. Při vyhlášení evakuace evakuačním rozhlasem zkontrolovat:
  - 1.1 odblokování turniketů;
  - 1.2 otevření karuselových dveří;
  - 1.3 otevření postranních dveří;
2. Obléknout si výstražnou vestu a zaujmout místo ve venkovním prostoru před vstupem do objektu.
3. Nasměrovat první evakuované na shromaždiště.
4. Zamezit vstupu osob do objektu (vyjma zasahující jednotky IZS).
5. Vyčkat dalších pokynů vydaných bezpečnostním technikem, v jeho nepřítomnosti pokynů vydaných bezpečnostním velínem.
6. Při příjezdu zasahující jednotky PO HZS řídit se pokyny velitele zásahu.

**SPOJENÍ NA BEZPEČNOSTNÍHO TECHNIKA:**  
**SPOJENÍ NA BEZPEČNOSTNÍ VELÍN:**

Obr. 5: Vzorová karta zapojené osoby (vlastní)

Pokyny pro evakuaci budovy pro zaměstnance jsou vyjma požárního evakuačního plánu součástí vnitřního informačního systému a jsou přístupné z každého počítače na pracovišti.

Pokyny pro zaměstnance:

- evakuace je vyhlášována evakuačním rozhlasem. Na tuto výzvu ukončete pracovní činnost a odeberte se k nejbližšímu schodišti a směrem ven z budovy
- přednostně využívejte chráněné únikové cesty, což nejsou točitá schodiště
- je třeba počítat s tím, že se v objektech V a X spustí požární rolety a nebude možné využít obvyklé cesty, je nutné se řídit zeleným značením směru úniku
- nezdržujte se přikládáním karet na turnikety, budou odblokovány
- v garážích využijte k odchodu pouze schodiště, nechoďte sjezdem a hlavním vjezdem



- při vyhlášení poplachu nebudou fungovat výtahy
- na schodištích může být hluk, vyvolaný spuštěným přetlakovým větráním této únikové cesty
- dveře do schodišť se budou otevírat ztěžka v důsledku přetlaku ve schodišti
- z objektů T, Z, Y se osoby shromáždí u železničního viaduktu
- z objektů S, V a X se osoby shromáždí na volné ploše proti objektům X a V
- odeberte se na určené shromaždiště, kde umožníte kontrolu počtu
- na shromaždišti neblokujte vozovku, bude sloužit pro hasiče
- na shromaždišti stůjte tak, abyste neblokovali přístup k požárně bezpečnostním zařízením (hydranty).

Vedoucí pracovníci se přemístí na určená místa evakuace. K nim se postupně připojují jimi řízení zaměstnanci a zároveň provádějí jejich kontrolu. Výsledek této kontroly předávají telefonicky bezpečnostnímu velínu, ten při zajištění nesrovnalostí zajistí informaci příjíždějících jednotek (prostory, které se nezdařilo evakuovat) nebo zajišťují přivolání pomoci (zraněné osoby).

Místa soustředění evakuovaných osob jsou volena na 4 místech v obvodu objektu ve vzdálenostech cca 25 m od obvodových stěn. Organizační pokyn k evakuaci neřeší konkrétní místo soustředění osob, to je voleno podle konkrétních podmínek v době evakuace (směr větru, zakouření apod.)

### **3.10 Zkušenosti s prováděním cvičných požárních poplachů**

Objekt je řešen podle zásad současně platných předpisů. Přesto však existují skutečnosti, které nejsou sice v rozporu s předpisy, ale mohou ztížit provádění evakuace nebo ji zpomalit.

#### **3.10.1 Logická návaznost komunikací na únikové cesty**

V objektu chybí logická návaznost komunikací na únikové cesty. Z důvodů regulace pohybu vzduchu jsou v některých místech na podlažích instalovány skleněné stěny, které přehrazují logickou (kratší) cestu k východu. To by mohlo při evakuaci vést k tomu, že zejména při zakouření prostor může dojít ke zmatení unikajících osob nárazem do těchto stěn a případně k jejich zranění.

Krizovému týmu bylo předáno následující doporučení: doplnit bezpečnostní značení únikových cest o polepy skleněných stěn, aby byly viditelné i při zakouření a při stresové situaci. Nutné vyřešit nesouhlas architekta objektu s tímto řešením.

### **3.10.2 Kontrola počtů osob, unikajících jinými cestami**

V objektu není kontrola počtů osob, unikajících jinými cestami. Existuje možnost úniku osob propojovacím mostem do sousedního objektu nebo příjezdovou cestou pro cyklisty, a tak může dojít k tomu, že se evakuovaná osoba nedostaví na shromaždiště a bude vedoucím nahlášena jako nezvěstná. To pak může ztížit práci zasahujícím jednotkám, které budou ztrácet čas prohledáváním prostor.

Krizovému týmu bylo předáno následující doporučení: doplnit do východů, které nejsou určeny k evakuaci, kamerový systém tak, aby mohl identifikovat osoby, které opustily objekt nežádoucím způsobem. Bezpečnostní velín pak bude mít možnost prověřit ze záznamu, zda a kdo objekt takto opustil. Spouštění záznamu musí být prováděno pohybem v obraze, aby záznam byl co nejkratší a prohlédnutí nezabíralo zbytečný čas.

### **3.10.3 Informovanost evakuovaných osob bezpečnostním velínem**

Bezpečnostní velín má ztíženou možnost informovat evakuované osoby. Především nemá možnost informovat evakuované osoby o změnách situace, protože v místech shromaždišť není slyšitelný vnitřní rozhlas objektu. To při zjištění nebezpečných stavů (odletující skleněné tabule opláštění, nebezpečí výbuchu apod.) může vytvořit nebezpečnou situaci v ohrožení evakuovaných. Počty sloužících pracovníků ve směně bezpečnostního velínu a vzdálenosti k místům soustředění nedávají reálnou šanci zajistit informování evakuovaných osob v potřebném čase.

Krizovému týmu bylo předáno následující doporučení: doplnit systém rozhlasu o smyčky, vyvedené na shromaždiště tak, aby umožňovaly předávání informací pro osoby ve venkovních prostorách. Ovládání by bylo ponecháno ve stávající ústředně rozhlasu v bezpečnostním velínu. Při použití reproduktorů s mikrofonní funkcí by bylo možné systém využít i k předávání informací ze shromaždiště na bezpečnostní velín, např. o dosažení úplné evakuace nebo o nastalých nedostacích.

## 4 Aplikace matematického modelování

Pro matematické modelování při řešení evakuace osob z mnou vybraného administrativního objektu pro zefektivnění provedení a využití únikových cest při řešení jsem zvolil program Pathfinder. Program podporuje 3D modelování evakuace osob. Z kompletního stavebního výkresu jsem upravil půdorys 1. NP – pavilon V, který jsem vybral jako vhodný pro modelaci.

### 4.1 Zahájení modelování evakuace

Pro modelování evakuace jsem si vybral požární úsek jídelny. Jedná se o shromažďovací prostor, kde se může vyskytovat až 500 osob.

Prostor má tři možnosti úniku, a to ve všech případech dveřmi přímo na volné prostranství. Dveře jsou jmenovité šířky  $1,1 \text{ m} = 2\text{ÚP}$ . Na obrázku 6 jsou dveře značeny pořadovým číslem D1, D2, D3 směrem z východu na západ.



Obr. 6: Rozestavení osob a značení dveří (adaptováno z [8])

#### 4.1.1 Rozložení osob

Shromažďovací prostor jídelny jsem rozdělil na dvě části, a to prostor, kde se provádí výběr, výdej a placení jídel. Tento prostor je v obrázku 6. vyznačen fialovou barvou a je zde s náhodnou orientací a pohledem rozmístěno 100 osob. Ve zbylé části jsou prostory pro stravování a vrácení táčů s nádobím.

#### 4.1.2 Rozložení míst pro stravování

Místa pro stravování jsem rozdělil do tří skupin:

- zelená, kde se nachází 40 osob, jedná se o vyvýšené barové sezení
- oranžová, kde se nachází 130 osob při běžném sezení u stolů
- modrá skupina.

Modrá skupina je rozdělena na tři menší skupiny oddělené průchozími uličkami. Skupina osob sedících v nejjižnější části modré zóny u šachtového jádra: 60 osob. Prostřední část v modré zóně: 90 osob. Poslední část, která se nachází přímo u obvodového skleněného pláště. Má počet osob stanoven na 80, což znamená, že v celé modré části se nachází 230 osob. Ve stravovacím prostoru se tedy nachází ve třech podskupinách celkem 400 osob. Každá osoba v určité skupině je orientována stejným směrem pohledu. Celkem shromažďovací požární úsek jídelny včetně osob ve fialové zóně činí 500 osob.

Pro osoby jsem do programu zadal, že mohou použít všechny troje únikové dveře přímo na volné prostranství. Rychlost úniku osob byla stanovena na 1,19 m/s. Po zadání všech výše uvedených parametrů byla vyhodnocena 3D modelace, která je v podrobných intervalech 15 sekund uvedena v příloze 3.

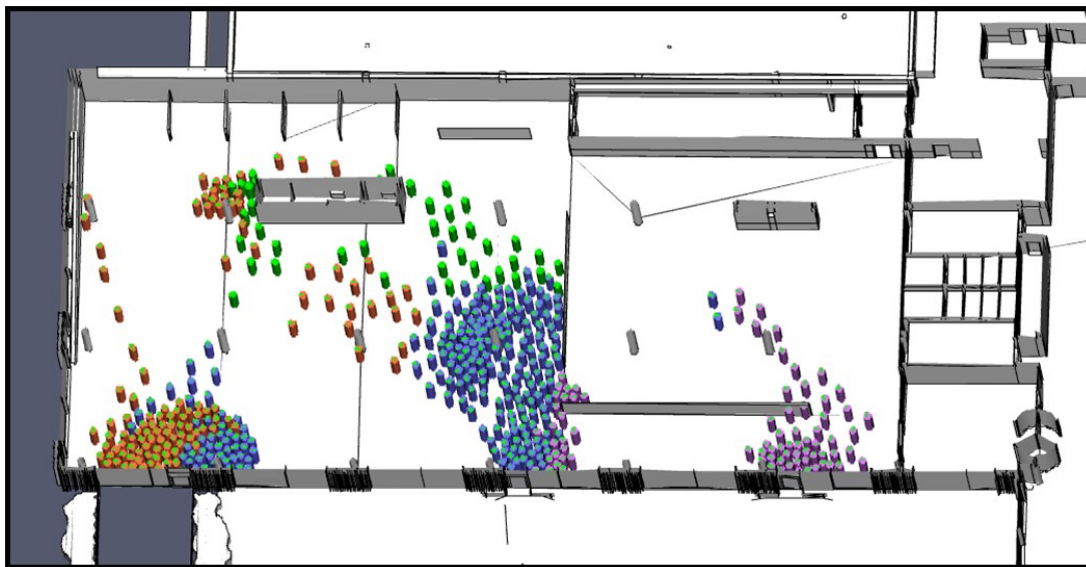
### 4.2 Vyhodnocení výstupu z programu Pathfinder

Po uplynutí prvních 15 sekund na obrázku 7. je zřejmé, že osoby se velmi rychle přesunou k únikovým dveřím označených D1, D2, D3, kde dohází k velkému soustředění osob, a to nejvíce u dveří D1, kde se dá říci, že osoby pouze čekají, než projdou ostatní.

U dveří D2 se tvoří spíše dva prostory, kde dochází ke kumulaci lidí. A to přímo před dveřmi D2, kde jako první přicházejí lidé z modré stolovací skupiny nejbližší k severní straně objektu a osoby z fialové skupiny z prostor placení jídel.

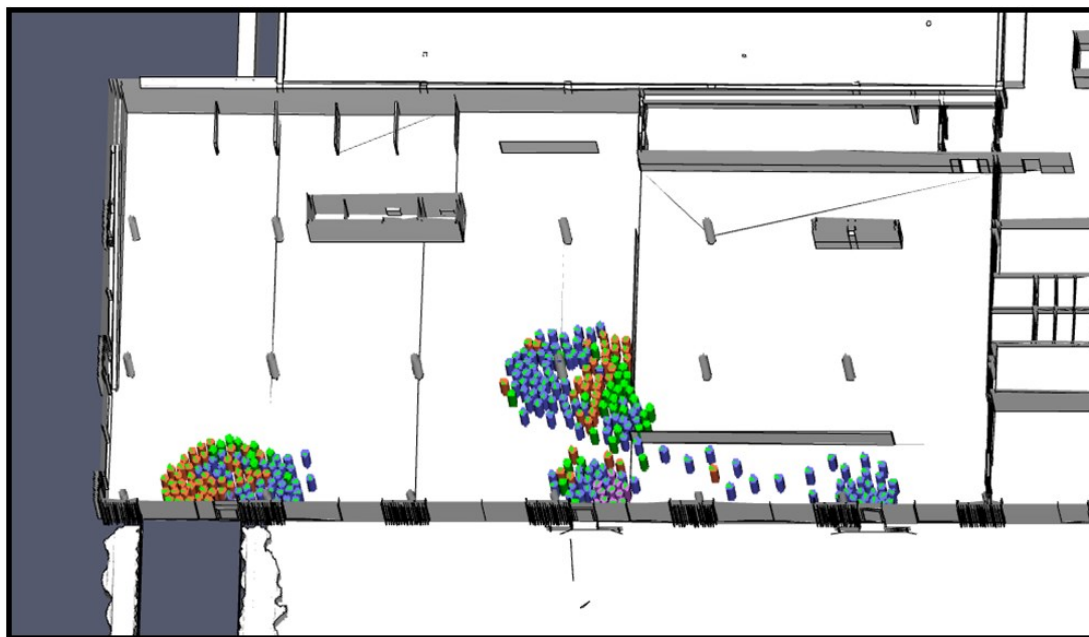
V pozadí mají zmíněnou druhou kumulaci lidí, kde se nacházejí osoby přicházející z modré části od šachtového jádra a zelené s oranžovými osobami, které přichází z nejvzdálenějších míst pro sezení.

U dveří D3 dochází k nejmenší kumulaci osob označených fialově.



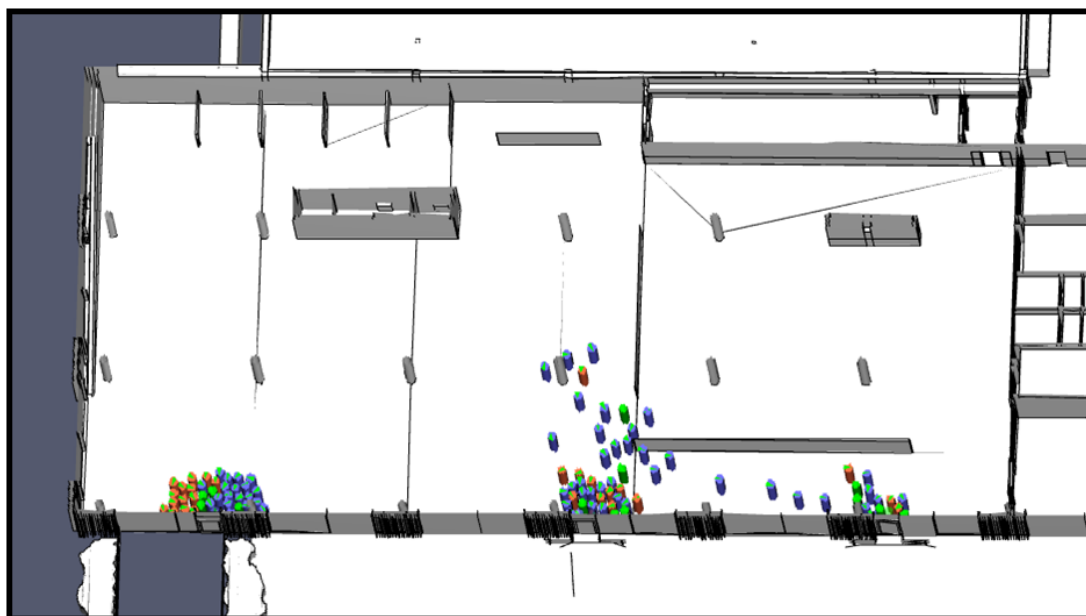
Obr. 7: Čas evakuace osob po uplynutí 15 s (adaptováno z [8])

V čase 60 sekund od vyhlášení evakuace dochází k dalším viditelným změnám, které jsou viditelné na obrázku 8. U dveří D1 jsou již všechny osoby a v kumulaci přímo před dveřmi čekají, než budou moci projít dveřmi ven. U dveří D2 se první kumulace již velmi zmenšila, ale to se nedá říct o skupince, co mají za zády, tj. osob z nejvzdálenějších míst k sezení. U dveří D3 už nejsou žádné fialové osoby z prostor výdeje jídla a přecházejí sem osoby z druhé kumulace od dveří D2.



Obr. 8: Čas evakuace osob po uplynutí 60 sekund (adaptováno z [8])

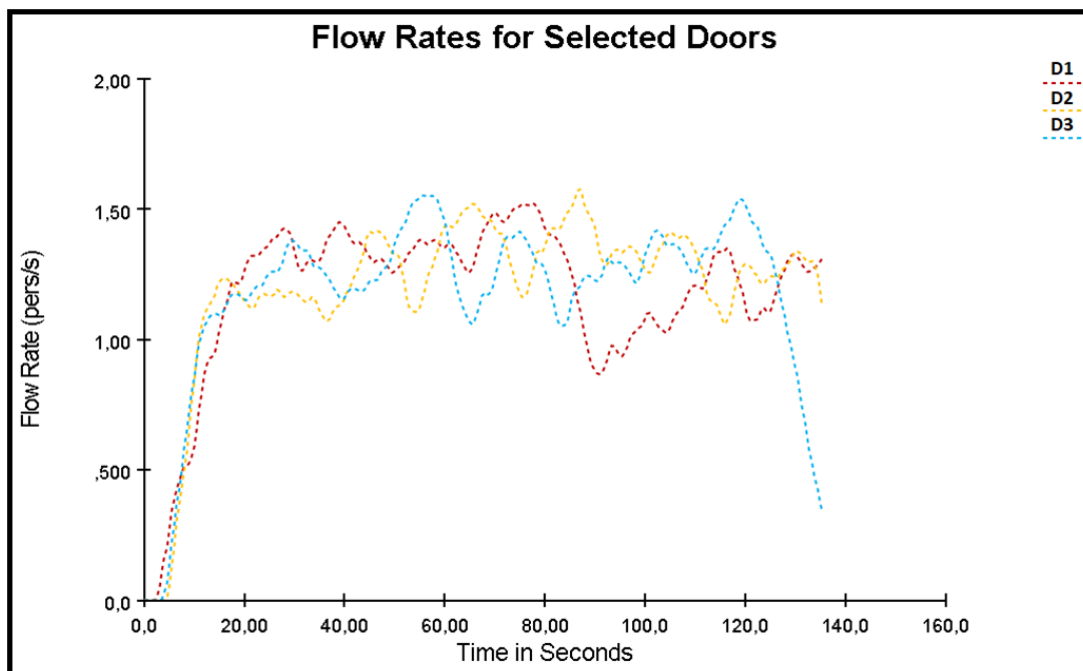
V čase 105 sekund od vyhlášení evakuace dochází k posledním zřejmým změnám, jak je znázorněno na obrázku číslo 9. a to u dveří D1 je kumulace již menší a zůstává zde menší počet lidí. U dveří D2 osoby stále odcházejí a za zády nemají žádnou kumulaci lidí, jelikož lidi přešli částečně i ke dveřím D3, kde již stojí pouze desítka lidí a čeká na opuštění objektu.



Obr. 9: Čas evakuace osob po uplynutí 105sekund (adaptováno z [8])

V čase 135 sekund od vyhlášení evakuace je již zřejmé, že všechny osoby bezpečně opustili prostory jídelny.

Jako další vyhodnocení programu je graf 1. kde je znázorněno křivkami počet otevření jmenovitých dveří D1, D2, D3 za jednotku času.



Graf 1: Znázornění průchodnost lidí (adaptováno z [8])

### 4.3 Přínos modelace v programu Pathfinder

Evakuace v programu Pathfinder umožňuje vytvoření modelu evakuace již v počátcích vytváření PBŘ. Z toho důvodu se mohou ukázat již některé závady, které by později bylo složitější řešit nebo odstranit. Při využití modelace za provozu nám program vyhodnotí i vytíženost otevírání dveří, kdy můžeme pomocí této informace zajistit častější servis, tak abychom v případě evakuace minimalizovali riziko nefunkčnosti tohoto požárně bezpečnostního zařízení.

Modelování může pomoci jak při projekci, tak poukázat na možné nedostatky v provozu. Program vytváří i vizuální 3D model, který například představí velmi srozumitelnou a pochopitelnou ilustraci budoucí evakuace objektu nebo jeho rizikových částí. Dále může být užitečný pro vysvětlení problematiky části evakuace pomocí názorné video ukázky při školení zaměstnanců o požární ochraně nebo odborné přípravě preventivních požárních hlídek. Školeným zaměstnancům může být názorně ukázáno, co se

stane, pokud budou blokovány únikové dveře a k jaké kumulaci lidí a následně prodloužení časů dojde.

## 5 Porovnání evakuací

V této části je porovnávána evakuace dle požárně bezpečnostního řešení, modelovacího programu Pathfinder a reálných naměřených časů při cvičné evakuaci. Všechny tyto výstupy jsou zaměřeny na shromažďovací prostor jídelny umístěný v 1. NP pavilonu V.

### 5.1 Evakuace dle PBŘ

Prostor jídelny v 1.NP objektu, ve které se vyskytuje současně až 500 osob posuzujeme podle ČSN 73 0818 jako shromažďovací prostor ve výškovém pásmu VP1 [28]. Posuzovaná jídelna je zařazena jako 2SP1/VP1. Podle přílohy A tab. A.1 pol. 6.1.1 každý prostor pro stravování s počtem osob nad 250 osob podle ČSN 73 0818 posuzujeme jako shromažďovací prostor [28].

Z hlediska výškové polohy členíme tyto prostory do tří výškových pásem:

- výškové pásmo VP1 zahrnuje prostory v 1.PP a v NP do výšky 9 m
- výškové pásmo VP2 zahrnuje prostory ve 2.PP a v NP do výšky 30 m
- výškové pásmo VP3 zahrnuje prostory ve 3. a dalším PP a v NP přes výšku 30 m

Výpočet doby evakuace:

$$t_u = 0,5 l_u/v_u + E.s/K_u.u = 0,5 \cdot 49/35 + 500.1/37,5 \cdot 6 = 2,92 \text{ minuty}$$

$t_u$  = doba do které osoby opustí jídelnu

0,5 = určeno dle ČSN 73 0831, jelikož se jedná o shromažďovací prostor

$l_u$  = délka únikové cesty od nejvzdálenějšího místa prostoru k východu

$v_u$  = rychlost pohybu osob (tab. 23 ČSN 73 0802) ... po rovině  $v_u = 35 \text{ m.min}^{-1}$

$E$  = počet osob v požární úseku jídelny dle ČSN 73 0818 a vzorce  $S/ 1,4\text{m}^2$  na osobu

$S$  = druh evakuace, dle tab. 21 ČSN 73 0802. Všechny osoby se evakuují zároveň

$K_u$  = počet osob za minutu (tab. 23 ČSN 73 0802) ... po rovině  $K_u = 50$  minut (37,5 minut zde lze snížit hodnotu o 25% z důvodu překážek na únikové cestě –např. židle)

$u$  = počet únikových cest – šíře dveří z jídelny (únikový pruh = 0,55 m) [11, 6, 28].



## 5.2 Reálná evakuace

Popis situace v jídelně při evakuaci: osoby, které byly na odchodu z jídelny se otáčejí a směřují přímo k únikovým dveřím D3. V stolovacích prostorech osoby nejbližší dveřím ihned odcházejí a další se řadí ve frontě. Někteří, co sedí opodál dojíždají jídla z důvodu, že vidí před dveřmi frontu. Osoby z prostoru výběru a placení jídel nechávají tácy na pultech a odebírají se ke dveřím D2. Po uplynutí 1 minuty a 10 sekund opouští jako poslední prostor pokladní. V prostoru jídelny bylo 231 osob.

Při cvičném požárním poplachu a zaměřením se na dobu evakuace byly naměřeny následující údaje:

00:00:00 spuštění iniciace samočinného hlásiče EPS v kuchyni, spuštění času  $T_1$

00:00:08 signál na místní ohlašovně požárů, potvrzení signálu EPS obsluhou bezpečnostního velínu na ústředně EPS a vyslání požární hlídky k ověření signalizace požáru, čas  $T_1$  nepřekročen a spuštěn čas  $T_2$

00:00:45 požární hlídka odchází po schodišti ověřit, zda je na místě hlášený skutečný požár

00:01:52 požární hlídka telefonicky oznamuje obsluze bezpečnostního velínu, že se v prostoru kuchyně jedná o skutečný požár, který je již nezvladatelný, čas  $T_2$  nepřekročen

00:02:07 obsluha bezpečnostního velínu pro urychlení evakuace aktivuje tlačítkový hlásič požárů a dochází k vyhlášení požárního poplachu a spuštění automatických funkcí EPS

00:03:17 osoby opustili všechny prostory v jídelně.

Reálná doba evakuace od vyhlášení požárního poplachu je 00:01:10.

## 5.3 Evakuace dle programu Pathfinder

Výstup z programu Pathfinder se svým výsledkem více přibližuje reálné evakuaci. Čas pro kompletní opuštění prostor všech osob z prostoru jídelny je 00:02:15. Výhodou simulování evakuace v programu bylo, že všechny osoby reagovali okamžitě a v případě potřeby přecházeli k únikovým východům na volné prostranství, kde nebylo tolik osob.

## 5.4 Výsledky porovnání evakuací

Z výsledků je zřejmé že PBŘ je nejvíce na straně bezpečnosti a počítá se všemi možnými aspekty jako je možnost, že osoby mohou mít v cestě překážky, které mohou tvořit nezasunuté židle. Z tohoto důvodu byl počet osob za minutu snížen z 50 min na 37,5 min.

Při cvičné evakuaci je viditelné správné řazení lidí do front, ale také je k zamyšlení, proč některé osoby raději dojídají oběd, než aby se rovnou rychle evakuovaly.

V programu Pathfinder vidíme okamžitou reakci a postup osob k únikovým východům, ale osoby se zadržávají o stavební konstrukce. Závěrečné shrnutí časů, osob a dle mého názoru základní klady a zápory možných evakuací, jsou znázorněny v tabulce 3.

	PBŘ	Program Pathfinder	Reálný čas
Čas – osoby	00:03:32 – 500 osob	00:02:15 – 500 osob	00:01:10 – 231 osob
Výhody	Zahrnutí všech aspektů možného zdržení	Okamžitá reakce a postup k únikovým východům	Systematičtější opouštění prostor únikovými dveřmi
Nevýhody	Nedá se reálně ověřit	Kumulace lidí u vnitřních sloupů a zdí	Některé osoby dojídají jídla a pomaleji opouštějí prostor

Tab. 3: Závěrečné shrnutí rozdílů (vlastní)

## Závěr

Evakuace osob z administrativních komplexů by měla být rychlá a bezpečná. K tomu přispívá dobře zpracované stavební a technické řešení již v projektové fázi. Důležitou část tvoří požárně bezpečnostní řešení, které svým komplexním přístupem k návrhu zajištění požární bezpečnosti jak prvky pasivní požární ochrany, tak i aktivní, zvyšuje úroveň provedení stavby. Podstatnou část bezpečnosti budoucího provozu v objektech tvoří navržená požárně bezpečnostní zařízení.

Objekt, který je uveden do provozu by měl splňovat díky instalaci těchto zařízení vyšší parametry ochrany osob, jak z pohledu pobytu těchto osob na pracovištích, tak i v případě opuštění budovy při evakuaci. Popis konkrétního administrativního objektu dokládá přednosti funkčnosti požárně bezpečnostních zařízení, jež jsou navrženy v souladu s požadavky kodexu požární norem a norem souvisejících.

Přednosti ochrany objektu doplňuje specifická ochrana, která je založena na organizaci a provádění požární ochrany, kdy vedení akciové společnosti prostřednictvím fungování jednotlivých vnitřních nařízení, pokynů a zákazů zvyšuje celkovou bezpečnost pobytu osob v objektu. Při tom je kladen důraz na ověření evakuace osob cvičnými požárními poplachy konanými v pravidelných intervalech.

Použití aplikace matematického modelování v programu Pathfinder při řešení evakuace osob z administrativního komplexu prokázalo, že je vhodné s ním pracovat, jak při projektování, tak i při běžném provozu, kdy ověřujeme cvičným požárním poplachem účinnost stanovených opatření, organizačních i technických.

V programu lze názorně sledovat postup evakuace osob, kritická místa v prostoru, kde se nám hromadí skupiny lidí, ztíženou průchodnost únikovými dveřmi a další. Zjištěné nedostatky lze ověřit cvičným požárním poplachem a na základě provedených závěrů stanovit účinná opatření.

V případě požáru je nejdůležitější rychlá a bezpečná evakuace všech osob v objektu. Oheň a kouř se rychle šíří a pokud nejsou řešeny problémy evakuace, tak mohou lidé uvnitř budovy zůstat uvěznění.

## Seznam použité literatury (seznam použitých zdrojů)

- [1] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů
- [2] Zákon Vyhláška č. 246/2001 Sb., vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů
- [3] Vyhláška č. 23/2008 Sb., vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů
- [4] ČSN online pro více uživatelů. Firma FASS – smlouva 2016/1040/7046/02.
- [5] Zoufal R. a kol. Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů. 1.vyd.Praha. PAVUS. ISBN 978-4481-0-0.
- [6] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty, Praha. ÚNMZ, 2009. Z4 (2020).
- [7] ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty, Praha. ÚNMZ, 2010. Z4 (2020).
- [8] ČSN 73 0875 Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení. Praha. ÚNMZ, 2010.
- [9] ČSN 34 2710 Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba. Praha. ÚNMZ, 2011. Z1 (2013)
- [10] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení. Praha. ÚNMZ, 2016.
- [11] ČSN 73 0831 – Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory. Praha. ÚNMZ. 2011. Z2 (2013)
- [12] ČSN EN 50849 Nouzové zvukové systémy. Praha. ÚNMZ. 2017.
- [13] ČSN EN 1838 Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení. Praha. ÚNMZ. 2015.
- [14] Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů - Zvláštní úpravy výtahů určených pro dopravu osob nebo osob a nákladů - Evakuační výtah. Praha. ÚNMZ. 2007.

- [14] Folwarczny, L. Pokorný, J. Evakuace osob. 1.vyd. Ostrava: SPBI, 2006. ISBN 80-834-92-2.
- [15] Bradáčová, I. Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty 2. vydání. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. ISBN 97-80-86111-77-3.
- [16] Rybář, P. Sprinklerová zařízení. 1. vyd. Ostrava. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 978-80-7385-106-4.
- [17] Ing. Pavel Rybář, Stabilní hasicí zařízení - plynová, prášková, aerosolová a inertizační, provozuschopnost a účinnost SHZ. 1. vyd. Praha, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství rok vydání, 2016. ISBN 978-80-260-9155-4.
- [18] Vyhláška č. 202/1999 Sb. Vyhláška MV, kterou se stanoví technické podmínky požárních dveří, kouřotěsných dveří a kouřotěsných požárních dveří
- [19] dle Vyhláška č. 268/2009 Sb., Vyhláška o technických požadavcích na stavby
- [20] ČSN EN 179 Stavební kování - Nouzové dveřní uzávěry ovládané klikou nebo zařízením s tlačnou plochou pro používání na únikových cestách - Požadavky a zkušební metody. Praha. ÚNMZ, 2008.
- [21] Nařízení vlády č. 375/2017 Sb. Nařízení vlády o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů.
- [22] ČSN ISO 3864-1 Grafické značky - Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky - Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení Praha. ÚNMZ, 2013.
- [23] Redakce. Požární ochrana ve vzduchotechnice. TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov [online] . 2004. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2064-vetrani-chranenych-unikovach-cest-při-pozaru>.
- [24] Pasivní protipožární ochrana. Časopis Konstrukce – informace o uplatnění konstrukcí a návazných oborů při stavbách ve stavebnictví a strojírenství [online] .2009. Dostupné z <http://www.rigips.cz/pozarni-odolnost-a-ochrana/>
- [25] Chalupa architekti. Model budovy
- [26] Praxl M. Požárně bezpečnostní řešení Centrála ČSOB – SHQ. 2017.
- [27] Pathfinder – User's Manuel. ThynderheadbEngineering.2020

[28] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami Praha. ÚNMZ. 1997.

## Seznam obrázků

Obr.1: Možná doba úniku osob a nutná doba úniku osob (adaptováno z [15])	4
Obr.2: Schéma budovy (vlastní)	8
Obr. 3: logické vazby a návaznosti na EPS (adaptováno z [25])	19
Obr. 4: Přehled osob zapojených do řízení evakuace (vlastní)	22
Obr. 5: vzorová karta zapojené osoby (vlastní)	24
Obr. 6: Rozestavení osob a značení dveří (adaptováno z [8])	28
Obr. 7: Čas evakuace osob po uplynutí 15 s (adaptováno z [8])	30
Obr. 8: Čas evakuace osob po uplynutí 60 sekund (adaptováno z [8])	31
Obr. 9: Čas evakuace osob po uplynutí 105sekund (adaptováno z [8])	31

## **Seznam tabulek**

Tab. 1: Klady a zápory instalace PBZ (vlastní)	7
Tab. 2: Rozdíly mezi chráněnými únikovými cestami pro III. Stupeň PB (vlastní)	12
Tab. 3: Tabulka závěrečné shrnutí rozdílů (vlastní)	35



## Seznam zkratek a symbolů

MV	Ministerstvo vnitra
ČR	Česká republika
IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
EN	evropská norma
ČSN	česká technická norma
PBŘ	požárně bezpečnostní řešení
PO	požární ochrana
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
PB	požární bezpečnosti
A1, A2	třída reakce na oheň
PÚ	požární úsek
HÚ	hasební úsek
ÚP	únikový pruh
VP	výškové pásmo
SP	shromažďovací prostor
E	celistvost
I	izolace
R	nosnost
EI	bránící šíření tepla
EW	omezující šíření tepla
DP	druh konstrukce
DP1	nehořlavá konstrukce

DP3	hořlavá konstrukce
C()	samozavírač (typ – počet cyklů) (close)
Sm	kouřotěsnost (smoke)
C <sub>fl</sub>	Třída reakce na oheň podlahových krytin
CHÚC ()	chráněná úniková cesta (typ)
PBZ	požárně bezpečnostní zařízení
T1	čas pro potvrzení poplachu
T2	čas pro ověření poplachu
SHZ	stabilní hasicí zařízení
GHZ	stabilní hasicí zařízení plynové
SOZ	samočinné odvětrací zařízení
EPS	elektrická požární signalizace
ER	evakuační rozhlas
EV	evakuační výtah
NO	nouzové osvětlení
UPS	uninterruptible power source
VZT	vzduchotechnika
NN	nízké napětí
SDK	sádrokarton
XPS	extrudovaný polystyren
ASET	Čas dostupný pro evakuaci (Available safe egress time)
RSET	Čas potřebný pro evakuaci (Required safe egress time)
t <sub>u</sub>	doba do které osoby opustí jídelnu
l <sub>u</sub>	délka únikové cesty od nejvzdálenějšího místa prostoru k východu
v <sub>u</sub>	rychlost pohybu osob

E	počet osob
S	druh evakuace
$K_u$	počet osob za minutu
U	počet únikových cest

## **Seznam příloh**

- |            |   |
|------------|---|
| Příloha 1: | podrobná specifikace všech prostor                    |
| Příloha 2: | podrobná specifikace konstrukcí                       |
| Příloha 3: | snímky podrobné evakuace po 15s z programu Pathfinder |